

Використовуючи рівняння регресії (11) та коефіцієнти регресії з табл. 3, проведено табулювання отриманої залежності (табл. 5).

Табл. 5. Результати табулювання функції

P/V	3	4	5	6	7	8	9
10	103,99	61,798	30,80266	11,0073085	2,41200767	5,0168	18,822
20	163,98	124,61	90,055829	60,3167966	35,39448086	15,289	3E-11
30	808,08	684,26	558,87678	431,924393	303,405388	173,32	41,668

Аналіз отриманих рівнянь регресії для дереворізального інструменту із сталі У8 з комплексним покриттям. Загальний вигляд отриманого регресійного рівняння у координатах (V, P) можна записати наступним чином:

$$I_z = 1130,5 - 193,8V - 125,5P + 15,6VP + 8,8V^2 + 4,2P^2 - 0,3V^2P - 0,4P^2V. \quad (13)$$

Згідно з даними табл. 5 побудовані графічні залежності інтенсивності зношування I_z від величин швидкості різання V і питомого навантаження P (рис. 1, 2, 3).

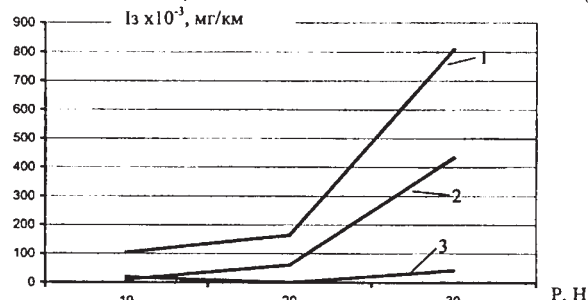


Рис. 1. Залежність інтенсивності зношування I_z для сталі У8 з комплексним покриттям від питомого навантаження P при різних швидкостях різання V : 1 – $V = 3$ м/с; 2 – 6 м/с; 3 – 9 м/с

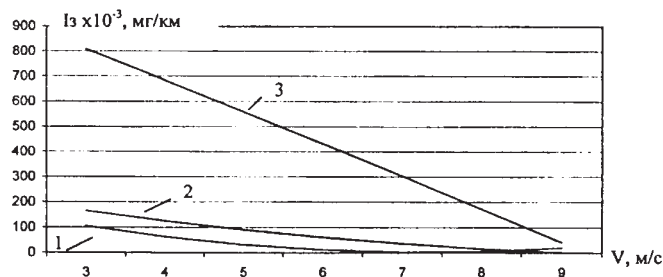


Рис. 2. Залежність інтенсивності зношування I_z для сталі У8 з комплексним покриттям від швидкості різання V при різних питомих навантаженнях P : 1 – $P = 10$ Н; 2 – 20 Н; 3 – 30 Н

Аналізуючи отримані дані, можна зробити висновок про те, що у всіх випадках простежується закономірність зменшення інтенсивності зносу (I_z) залежно від збільшення швидкості різання. При швидкості різання ($V=3$ м/с) і навантаженні ($P=30$ Н) різець спрацьовується інтенсивніше, ніж при $V=9$ м/с і $P=30$ Н, що можна пояснити тим, що волокниста неоднорідна структура сухої деревини чинить опір проникненню різця. Але із збільшенням швидкості різання ефективність

різання деревини зростає, зносостійкість різця підвищується. Цьому значною мірою сприяє той факт, що при проникненні різця в структуру деревини відбувається процес пружної деформації, волокна деревини натягуються, стискаються, згрупповуються, а потім під дією різця різуться. При подальшому збільшенні швидкості різання волокна не встигають стискатися і згрупповуватися, вони відразу перерізуються і відповідно покращується процес різання.

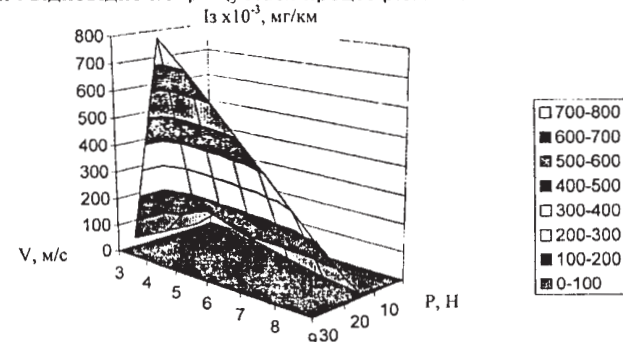


Рис. 3. Діаграми інтенсивності зношування I_z для сталі У8 з комплексним покриттям залежно від питомого навантаження P і швидкості різання V

Відомо, що при різанні деревини відбуваються складні процеси, утворюється зона деформації, відбувається відокремлення стружки і її деформування, виникають сили, які долають тертя елементів стружки і різця між собою і об деревину. У цих процесах велику роль відіграє порода і вологість деревини, напрям різання, товщина стружки, ступінь затуплення різця, швидкість різання і подача, ступінь натиску на деревину перед різцем, форма леза різця (площа контакту) і т.д. Вплив кожного з перерахованих факторів на процес точіння важко визначити, тому переважно оперують сумарною силою, яку необхідно прикласти для подолання всіх опорів, що виникають при різанні деревини.

На ЕОМ проведена оптимізація режимних параметрів шляхом ітерацій, яка показала, що найменше значення інтенсивності зношування простежується при значенні швидкості різання $V = 9$ м/с і питомому навантаженні $P = 10$ Н.

При збільшенні швидкості різання процес точіння деревини покращується, інтенсивність зношування інструменту з комплексним покриттям зменшується і відповідно продуктивність деревообробки підвищується.

УДК 674.815-41

Доц. В.В. Шостак, д.т.н. – УкрДІТУ

РЕМОНТОПРИДАТНІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЧАСТИНИ ЛІНІЇ ПРЕСУВАННЯ ДЕРЕВНОСТРУЖКОВИХ ПЛИТ

Встановлено, що тривалість відновлення підчастини електричних машин має розподіл Гіссенка-Вейбулла, а підчастини електричних апаратів має експоненціальний розподіл. Визначені імовірності відмов кожної з підчастин та імовірність одночасної відмови обох підчастин.

Maintainability of an electrical part of a line of pressing particle boards

Is established, that the duration of restoring of a part of electrical machines is subordinated to a distribution law Gnidenko-Vejbull, and the part of electrical meanses is subordinated to an exponential distribution law. The probabilities of refusals of each of parts and probability of a simultaneous refusal of both parts are defined.

У лінію формування і пресування деревостружкових плит (ДСП), як об'єкт надійності, включені двоступеневі сепаратори, змішувачі стружки з клеєм, формувальні машини, холодний і гарячий преси з етажерками, транспортери, верстат для обрізування плит за форматом та інше обладнання. Робота лінії проходить у безперервному пульсуючому режимі з великими динамічними навантаженнями. Періодично лінію зупиняють для проведення профілактичних ремонтних заходів. Але незважаючи на профілактики щозміни відбуваються відмови обладнання, на усунення яких затрачається багато часу і коштів. З метою визначення показників надійності обладнання для виготовлення ДСП проведені експлуатаційні дослідження надійності його механічної та електричної частин. Інформацію збирали протягом двох років. За цей період було зареєстровано 22 профілактичні ремонтні заходи і два капітальні ремонти. У кожному міжремонтному періоді безперервно реєстрували напрацювання на відмову, тривалість відновлення, причину відмови, трудомісткість відновлення, кількість бракованої продукції та ін. У цій роботі наводяться результати дослідження ремонтпридатності електричної частини обладнання. Характерними відмовами електричної частини була втрата працездатності кінцевих вимикачів та автоматів (32,3 і 30,2 % від відмов електричної частини). Значна кількість відмов була викликана самовільним включенням електромуфт і пробивання ізоляції котушок електромагнітів (14,8 %). Вихід з ладу електродвигунів, трансформаторів та інших електричних машин становив до 16,8 % усіх відмов електричної частини.

Для досліджень електричну частину поділили на дві складові: підчастину електричних машин і підчастину електричної апаратури, приладів елементів автоматики та електричних проводів (надалі електричних апаратів). За трудомісткістю відновлення всі відмови поділялись на три групи складності: до першої групи відносили відмови, що усувались регулюванням або заміною елементів електричних схем. Трудомісткість цих відмов складала не більше двох людино-годин. До другої групи складності відносили відмови, що усувались регулюванням, ремонтом або заміною електроапаратури. Трудомісткість усунення цих відмов складала від двох до десяти людино-годин. До третьої групи складності відносили відмови, для усунення яких необхідно знімати і замінювати електродвигуни, трансформатори та інші електричні машини. Трудомісткість усунення цих відмов становила більше 10 людино-годин. За два ремонтні цикли зафіксовано 106 відмов підчастини електричних машин і 525 відмов підчастини електричних апаратів. Розподіл відновлень за групами складності наведено у табл. 1. Середня трудомісткість відновлення електричних машин в 3,8 рази більша від трудомісткості відновлення підчастини електричних апаратів.

Враховуючи наявність раптових і поступових відмов для підчастини електричних машин [1] прийняли гіпотезу, що тривалість відновлення гідравлічної підчастини розподілена за законом Гніденка-Вейбулла. Для цього закону розподілу імовірність невідновлення підчастини електричних машин запишеться у вигляді:

$$G_{em}(t_g) = \exp \left[- \left(\frac{t_g}{a_{em}} \right)^{b_{em}} \right], \quad (1)$$

де: t_g – задана тривалість відновлення; a_{em} – параметр масштабу; b_{em} – параметр форми.

Табл. 1. Розподіл відмов електричної частини

Група складності	Електричні машини			Електричні апарати		
	кількість відмов	середня трудомісткість, люд.год	частка відмов, %	кількість відмов	середня трудомісткість, люд.год	частка відмов, %
I	62	0,565	58,45	441	0,367	84,00
II	32	4,50	30,19	82	3,584	15,62
III	12	15,33	11,32	2	10,50	0,38
Всього	106	3,42	100	525	0,908	100,00

Після подвійного логарифмування (1), отримали

$$\ln[-\ln G_{em}(t_g)] = b_{em} \cdot \ln t_g - b_{em} \cdot \ln a_{em}. \quad (2)$$

Використавши заміну $y = \ln[-\ln G_{em}(t_g)]$, $x = \ln t_g$, $A = b_{em} \cdot \ln a_{em}$, отримали рівняння прямої у вигляді

$$y = b_{em}x - A. \quad (3)$$

Це означає, що у системі координат x, y залежність (1) випрямляється, а перетворення (2) дозволяє знайти параметри закону розподілу Гніденка-Вейбулла. Для цього статистичні дані про тривалість відновлення електричних машин розбили на сім інтервалів (табл.2). Розмір кожного інтервалу вибирали так, щоб їх натуральні логарифми відрізнялись на величину 0,5. Оброблення даних проводили за методом найменших квадратів.

В результаті одержали параметри закону розподілу Гніденка-Вейбулла $a_{em}=69,129$ і $b_{em}=2,113$. Адекватність отриманих результатів перевіряли за критерієм Пірсона. Для числа ступенів свободи $m=6-2-1=3$ і значущості $###=0,05$ табличне значення критерію Пірсона $\chi^2_{\text{т}}=7,8$. Розрахункове значення критерію Пірсона $\chi^2_p=5,99$. Тобто адекватність прийнятої гіпотези підтверджена.

Табл. 2. Оброблення даних для визначення параметрів a_{em} і b_{em}

Інтервал, t_g , хв	$x = \ln t_g$	n_i	n_{oi}	$P_{em}(t_g)$	$G_{em}(t_g)$	$y = \ln[-\ln G_{em}(t_g)]$
7,5...12,2	2,5	2	2	0,019	0,981	-3,961
12,3...20,0	3,0	6	8	0,076	0,924	-2,545
20,1...33,0	3,5	18	26	0,245	0,755	-1,269
33,1...55,0	4,0	28	54	0,509	0,491	-0,341
55,1...90,0	4,5	34	88	0,830	0,170	0,572
90,1...148,0	5,0	16	104	0,981	0,019	1,378
148,1...245,0	5,5	2	106	1,000	0,000	-

Середній час відновлення електричних машин у хвилинах визначається таким чином:

Технологія та устаткування деревообробних підприємств

$$T_{\text{вем}} = a_{\text{ем}} \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{b_{\text{ем}}}\right), \quad (4)$$

де $\Gamma\left(1 + \frac{1}{b_{\text{ем}}}\right)$ – знак гамма – функції для величини $(1 + 1/b_{\text{ем}})$. Після підстановки $a_{\text{ем}}$ і $b_{\text{ем}}$ одержали $\text{вем} = 61,2$ хв.

Імовірність відновлення електричних машин визначається

$$P_{\text{ем}}(t_s) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t_s}{a_{\text{ем}}}\right)^{b_{\text{ем}}}\right]. \quad (5)$$

Зі збільшенням заданої тривалості відновлення електричних машин імовірність відновлення зростає (рис. 1).

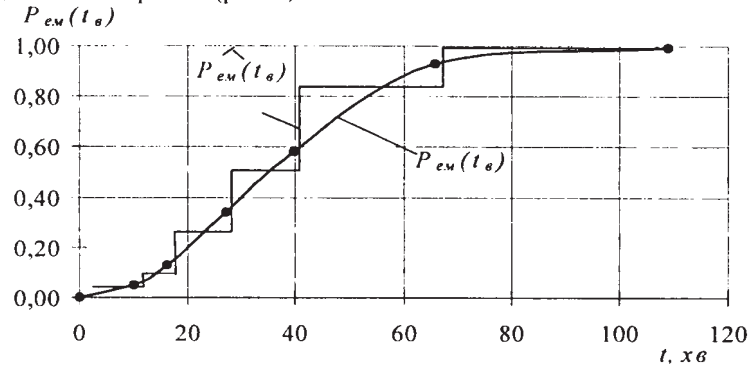


Рис. 1. Імовірність відновлення працездатності електричних машин: $P_{\text{ем}}(t_s)$ – статистична залежність; $P_{\text{ем}}(t_s)$ – теоретична крива

Потік відновлень підчастини електричних апаратів за два ремонтні цикли склав 525 відмов. Сума тривалості відновлень за цей період була 17880 хв. Середній час відновлення $a_{\text{вем}} = 34,057$ хв. Інтенсивність відновлень цієї підчастини $\mu_{\text{ем}} = 1,7617$ 1/год. Враховуючи раптовий характер відмов підчастини електроапаратів прийняли гіпотезу про експоненціальний закон розподілу тривалості відновлень електричних апаратів [2], для якого імовірність відновлення підчастини електричних апаратів запишеться:

$$P_{\text{еа}}(t_s) = 1 - e^{-\mu_{\text{ем}} t_s}. \quad (6)$$

Адекватність прийнятої гіпотези перевіряли за критерієм Пірсона. Для числа ступенів свободи $m = 11 - 1 - 1 = 9$ і значущості $\alpha = 0,05$ табличне значення критерію Пірсона становить $\chi_r^2 = 16,9$. Розрахункове значення критерію Пірсона склало $\chi_p^2 = 7,5$. Що підтверджує адекватність прийнятої гіпотези. Густина розподілу тривалості відновлень підчастини електричних апаратів (рис. 2) визначається за залежністю

$$q_{\text{еа}}(t_s) = \mu_{\text{еа}} \cdot e^{-\mu_{\text{еа}} t_s}. \quad (7)$$

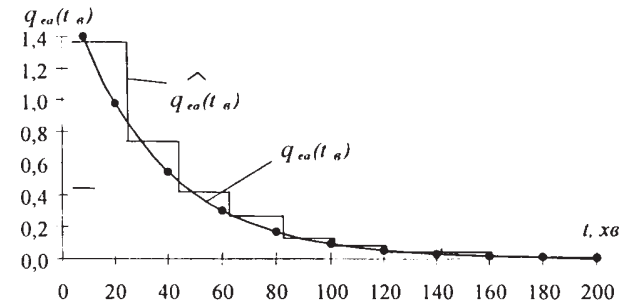


Рис. 2. Густина розподілу тривалості відновлень підчастини електричних апаратів, приладів, систем автоматики і проводів: $q_{\text{еа}}(t_s)$ – статистична залежність; $q_{\text{еа}}(t_s)$ – теоретична крива

Протягом експлуатації лінії формування і пресування деревостружкових плит зареєстровано 618 напрацювань на відмову електричної частини. Підчастину електричних машин відновлювали 106 разів, а підчастину електричних апаратів 525 разів. Сума цих відновлень становить 631. Тобто частина відмов відбувається одночасно для обох підчастин.

Імовірність відмови тільки електричних машин $W_{\text{ем}}$ визначиться

$$W_{\text{ем}} = \frac{n_{\text{ем}} - n_{\text{ема}}}{n_e}, \quad (8)$$

де: $n_{\text{ем}}$ – кількість відмов електричних машин, $n_{\text{ем}} = 106$; $n_{\text{ема}}$ – кількість одночасних відмов електричних машин і електричних апаратів, $n_{\text{ема}} = 13$; n_e – кількість відмов електричної частини. Після розрахунків $W_{\text{ем}} = 0,1505$. Імовірність відмови тільки підчастини електричних апаратів

$$W_{\text{еа}} = \frac{n_{\text{еа}} - n_{\text{ема}}}{n_e}, \quad (9)$$

де $n_{\text{еа}}$ – кількість відмов електричних апаратів.

Після розрахунків $W_{\text{еа}} = 0,8285$.

Імовірність одночасної відмови підсистем електричної частини

$$W_{\text{ема}} = \frac{n_{\text{ема}}}{n_e}. \quad (10)$$

Після розрахунків $W_{\text{ема}} = 0,021$.

Висновки

Проведені дослідження дозволили виявити закономірності зміни показників ремонтпридатності електричної частини обладнання лінії пресування ДСП. Встановлено, що в електричній частині доцільно окремо виділити підчастину електричних машин і підчастину електричних апаратів, приладів, систем автоматики

та проводів. Тривалість відновлення підчастини електричних машин має розподіл Гніденка-Вейбулла, а підчастини електричних апаратів – експоненціальний розподіл. Імовірність відмови електричних машин в 5,5 рази менша від імовірності відмови електричних апаратів. Крім цього, мають місце одночасні відмови підчастин електричної частини. Визначені показники ремонтпридатності електричної частини дозволяють застосувати метод імітаційного моделювання технічної експлуатації обладнання лінії пресування ДСП.

Література

1. Ермолин Н.П., Жерихин Н.П. Надежность электрических машин. – Л.: Энергия, 1976. – 248 с.
2. Ванев Б.Н., Сердюк Л.Н., Ванев В.Д. Надежность асинхронных электродвигателей. – Л.: Техніка, 1983. – 143 с.

УДК 684.001.2

Доц. С.В. Гайда, к.т.н. – УкрДЛТУ

ВИЗНАЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ТА МІЦНОСТІ ВЕРТИКАЛЬНИХ СТІНОК КОРПУСНИХ МЕБЛЕВИХ ВИРОБІВ

Дасться розрахунок міцності та стійкості меблевого виробу. Наводиться детальна методика визначення стійкості вертикальних стінок у найбільш небезпечних перерізах, правильний підбір їх розмірів під час їхнього конструювання та приклади розрахунків.

Doc. S.V. Gayda – USUFWT

Definition of stability and strength of vertical walls of body furniture workpieces

The strength calculation of a furniture workpiece is given. The detail technique of definition of stability of vertical walls in most dangerous section, exact guard ropes of their sizes is resulted during their designing and examples of calculations.

Конструювання виробів з деревини характеризується такими показниками як обґрунтування оптимальності вибору конструкційного матеріалу, поперечними перерізами деталей та складальних одиниць, що забезпечують потрібну міцність та надійність, застосуванням відповідних технологій виготовлення тощо. Це насамперед стосується корпусних виробів, оскільки, у них товщина стінок практично є незмінною (17 мм, рідко 20 мм), а змінюються ширина та висота. Правильний підбір розмірів вертикальних, горизонтальних стінок, що визначають логічну будову конструкції, гарантує довговічність меблевого виробу.

Для вертикальних елементів виробів з деревини критерієм перевірки на міцність, стійкість служать *граничні значення стискаючих навантажень* P_{cm} (рис.) і, виникаючі від них, *напруження* σ_{cm} . Визначити їх можна за спрощеними формулами:

$$P_{cr} = \pi^2 E_0 I / (\mu l)^2 (1 + \phi) K_3, \quad (1)$$

$$\sigma_{cr} = \pi^2 E_0 / G^2 (1 + \phi) K_3. \quad (2)$$

де: $\pi = 3,14$; μ – коефіцієнт приведеної довжини; E_0 – модуль пружності при статичному згині (дод. 2, [1]), МПа; I – довжина елемента (бокової стінки); ϕ – коефіцієнт повзучості (дод. 6, [1]); K_3 – коефіцієнт запасу міцності: $K_3 = 3$; G – гнучкість:

$$G = \mu I / i_{min}, \quad (3)$$

де i_{min} – найменший радіус інерції перерізу, визначається за формулою:

$$i_{min} = \delta / 2 = \sqrt{\frac{3I}{F}}, \quad (4)$$

де: F – площа перерізу елемента у напрямку перпендикулярному до напрямку стискування ($F = \delta b$), м²; I – момент інерції перерізу, м⁴; E_0 – модуль пружності при статичному згині [1, дод. 2], МПа.

Коефіцієнт приведеної довжини μ приймається залежно від способу закріплення елемента. При шарнірному закріпленні обох його кінців $\mu = 1$; при одному вільно навантаженому кінці, а другому зашлемленому – $\mu = 2$; при одному шарнірному, а другому зашлемленому – $\mu = 0,74$; при двох зашлемлених – $\mu = 0,65$. У меблевих виробках вертикальні щитові елементи своїми кінцями закріплюються, як правило, шарнірно, $\mu = 1$. Однак вони завжди мають додаткове кріплення по довжині (до задньої стінки і проміжних горизонтальних щитів). Тому, при розрахунках вважають, що кінці вертикального елемента закріплені шарнірно, але посередині довжини він має додаткове кріплення; тоді $\mu = 0,699$.

Умова міцності вертикальних стінок [1, дод. 6]:

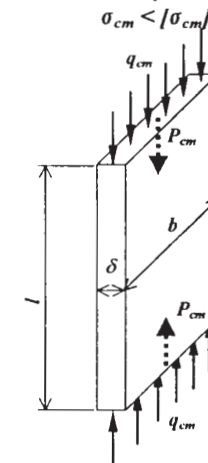


Рис. Схема навантаження бокової стінки

Граничне навантаження P_{cm} визначається за умови стійкості елементів при повздовжньому стискуванні. Це справедливо лише при великій їх довжині. Для щитових елементів формула (2) має місце при $G > 100 \dots 110$. При менших значеннях G , тобто при малій довжині елементів, перевіряти їх на стійкість не варто, так як вона завжди буде забезпечена. Потрібно звернути увагу на інші види напружень (зминання, сколювання – залежно від конструктивних особливостей з'єднань); у таких випадках вони більш небезпечні.

Якщо у виробі немає елементів з великими вільними проймами, то перевірку їх на стійкість можна не проводити.